



A6999PCT

1/4

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	

0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	PCT-SAFE [EASY mode] Version 3.50 (Build 0002.158)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	A6999PCT
I	発明の名称	テラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法及び装置
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	独立行政法人理化学研究所
II-4en	Name:	RIKEN
II-5ja	あて名	3510198 日本国 埼玉県和光市広沢2番1号
II-5en	Address:	2-1, Hirosawa, Wako-shi, Saitama 3510198 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP

BEST AVAILABLE COPY

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 渡部 裕輝 WATANABE, Yuki 3510198 日本国 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究 所内 c/o RIKEN, 2-1, Hirosawa, Wako-shi, Saitama 3510198 Japan
III-1-1	この欄に記載した者は	
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4ja	氏名(姓名)	
III-1-4en	Name (LAST, First):	
III-1-5ja	あて名	
III-1-5en	Address:	
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
III-2	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 川瀬 晃道 KAWASE, Kodo 3510198 日本国 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究 所内 c/o RIKEN, 2-1, Hirosawa, Wako-shi, Saitama 3510198 Japan
III-2-1	この欄に記載した者は	
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	
III-2-4ja	氏名(姓名)	
III-2-4en	Name (LAST, First):	
III-2-5ja	あて名	
III-2-5en	Address:	
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP
III-3	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 碓 智文 IKARI, Tomofumi 3510198 日本国 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究 所内 c/o RIKEN, 2-1, Hirosawa, Wako-shi, Saitama 3510198 Japan
III-3-1	この欄に記載した者は	
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	
III-3-4ja	氏名(姓名)	
III-3-4en	Name (LAST, First):	
III-3-5ja	あて名	
III-3-5en	Address:	
III-3-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-3-7	住所(国名)	日本国 JP


## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく 出願人のために行動する。	代理人 (agent)	
IV-1-1a	氏名(姓名)	堀田 実	
IV-1-1en	Name (LAST, First):	HOTTA, Minoru	
IV-1-2a	あて名	1080014 日本国	
IV-1-2en	Address:	東京都港区芝5丁目26番20号建築会館4階 4F, Kenchiku Kaikan, 26-20, Shiba 5-chome, Minato-ku Tokyo 1080014 Japan	
IV-1-3	電話番号	03-5476-6355	
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-5476-7244	
IV-1-5	電子メール	asa@pp.iij4u.or.jp	
IV-1-6	代理人登録番号	9751	
V	国の指定		
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則 4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束さ れる全てのPCT締約国を指定し、取得しうる あらゆる種類の保護を求め、及び該当する 場合には広域と国内特許の両方を求める 国際出願となる。		
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-1-1	出願日	2003年 03月 25日 (25.03.2003)	
VI-1-2	出願番号	2003-082466	
VI-1-3	国名	日本国 JP	
VI-2	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のもの については、出願書類の認証謄本を作成 し国際事務局へ送付することを、受理官庁 に対して請求している。	VI-1	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日 における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日 における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国と する場合)	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例 外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
IX-2	明細書	12	-
IX-3	請求の範囲	2	-
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	5	-
IX-7	合計	24	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	-
IX-9	個別の委任状の原本	✓	-
IX-17	PCT-SAFE 電子出願	-	✓
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	4	
IX-20	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印	<div data-bbox="662 550 781 581" data-label="Text">堀田 実</div> 	
X-1-1	氏名(姓名)		
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## PCT手数料計算用紙(願書付属書)

原本(出願用)

[この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄			
0-1	国際出願番号			
0-2	受理官庁の日付印			
0-4	様式-PCT/RO/101(付属書)			
0-4-1	このPCT手数料計算用紙は、 右記によって作成された。	PCT-SAFE [EASY mode] Version 3.50 (Build 0002.158)		
0-9	出願人又は代理人の書類記号	A6999PCT		
2	出願人	独立行政法人理化学研究所		
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計 (JPY)	
12-1	送付手数料 T	⇒	13000	
12-2-1	調査手数料 S	⇒	97000	
12-2-2	国際調査機関	JP		
12-3	国際出願手数料 (最初の30枚まで) i1	116000		
12-4	30枚を越える用紙の枚数	0		
12-5	用紙1枚の手数料 (X)	0		
12-6	合計の手数料 i2	0		
12-7	i1 + i2 = i	116000		
12-12	EASYによる減額 R	-8300		
12-13	国際出願手数料の合計 (i+R) I	⇒	107700	
12-17	納付すべき手数料の合計 (T+S+I+P)	⇒	217700	
12-19	支払方法	送付手数料： 特許印紙 調査手数料： 特許印紙 国際出願手数料： 銀行口座への振込み		

PCT

原本(出願用)

13-2-3	チェック結果 氏名(名称)	Green? 出願人 1: 電話番号が記入されていません。
	チェック結果 氏名(名称)	Green? 出願人 1: ファクシミリ番号が記入されていません。
	チェック結果 氏名(名称)	Green? 出願人 4: 国籍(国名)が記入されていません。
13-2-4	チェック結果 優先権	Yellow この国際出願に対しては、国内優先権制度に関する国内法令が適用されます。日本の指定を取り下げるか、あるいは国内優先権主張を取り下げない限り、先の国内出願は、優先日から15ヶ月を経過したのち、取り下げられたものとみなされます。いずれの取下げであっても、先の出願が取り下げられる前に行われなければなりません。

## 明細書

## テラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法及び装置

5

## 発明の背景

## 発明の技術分野

本発明は、テラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法及び装置に関する。

## 関連技術の説明

- 10 周波数範囲が約  $0.5 \sim 3 \text{ THz}$  である遠赤外線あるいはサブミリ波の領域は、光波と電波の境界に位置しており、光波と電波がそれぞれの領域で発展してきたのとは対象的に、技術面及び応用面の両面で未開拓の分野として取り残されていた。しかし、無線通信におけるこの周波数帯（約  $0.5 \sim 3 \text{ THz}$ ）の有効利用  
15 ングやトモグラフィーによる環境計測、そして生物や医学への応用など、この領域は近年ますます重要となってきた。以下、この周波数帯（約  $0.5 \sim 3 \text{ THz}$ ）の遠赤外線及びサブミリ波を「テラヘルツ波」と呼ぶ。

なお、テラヘルツ波の発生手段に関しては、【特許文献1】【特許文献2】等に開示されている。また、【非特許文献1】【非特許文献2】【非特許文献3】

- 20 【非特許文献4】はその他の関連文献である。

## 【非特許文献1】

- S. Kawata, K. Sasaki, and S. Minami, "Component analysis of spatial and spectral patterns in multispectral images. I. Basis," J. Opt. Soc. Am. A4, 2101 (1987).

## 【非特許文献2】

K. Sasaki, S. Kawata, and S. Minami, "Component analysis of spatial and spectral patterns in multispectral images."

I I. Entropy minimization, " J. Opt. Soc. Am. A 6, 73 (1987).

【非特許文献 3】

5 河田聡、南茂夫、「科学計測のための画像処理」、第 11 章カラー画像と画像  
分光処理、CQ 出版社、P 259-265

【非特許文献 4】

泉美治他、「機器分析のてびき」、第 1 章赤外線吸収スペクトル法、化学同人、  
P 1-20

【特許文献 1】

10 特開 2002-72269 号公報

【特許文献 2】

特開 2003-5238 号公報

15 上述したテラヘルツ波の特徴の 1 つは、電波の物質透過性を有する最短波長域  
であり、かつ光波の直進性を備えた最長波長であるという点である。すなわち、  
電波のように様々な物質を透過することができ、電波帯では最も高い空間分解能  
が得られ、かつ光波のようにレンズやミラーによる引き回しが可能である。

そのため、テラヘルツ波は、半導体、プラスチック、紙、ゴム、ビニル、木材、  
繊維、セラミック、コンクリート、歯、骨、脂肪、乾燥食品、氷などを透過可能  
20 であり、X 線に代わる人体に安全なイメージング手段として期待されている。

近年、炭疽菌や薬物を郵便物として頒布する一種のテロ行為が社会問題化して  
いる。これらの内在物は、従来の X 線写真では内在物の形状は判断できるがその  
特性は開封しない限り判断できない。そのため、例えば粉末状の炭疽菌や薬物は  
X 線写真ではなんらの異常も検出できない問題点があった。

25

## 発明の要約

本発明はかかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本  
発明の目的は、従来の X 線写真では判断できなかった内在物の成分を、形状と共



に、開封することなく、判別することができるテラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法及び装置を提供することにある。

本発明によれば、約 1 ～ 3 THz のテラヘルツ波領域において、複数の異なる波長に対するターゲットの吸光度 S のスペクトル [S] を予め計測する分光スペクトル計測ステップと、

被対象物に前記各波長のテラヘルツ波を照射して、被対象物の吸光度 I を計測する被対象物分光計測ステップとを有し、

前記吸光度 S のスペクトル [S] と被対象物の吸光度 I のスペクトル [I] から、対象物の成分の有無を判別する、ことを特徴とするテラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法が提供される。

本発明の好ましい実施形態によれば、前記吸光度 S のスペクトル [S] と被対象物の吸光度 I のスペクトル [I] から、ターゲット濃度 [P] を算出する濃度算出ステップを有する。

また、前記被対象物分光計測ステップにおいて、被対象物にテラヘルツ波を二次元的に走査して透過光の吸光度 I の二次元分布 [I] を計測し、前記濃度算出ステップにおいて、ターゲット濃度 P の二次元分布 [P] を算出する。

また、本発明によれば、約 1 ～ 3 THz のテラヘルツ波領域において、複数の異なる波長のテラヘルツ波 (4) を発生させるテラヘルツ波発生装置 (12) と、該各波長のテラヘルツ波を被対象物 (10) にそれぞれ二次元的に走査する二次元走査装置 (18) と、被対象物の吸光度 I の二次元分布 [I] を計測する分光計測装置 (14) と、予め計測したターゲットの吸光度 S のスペクトル [S] と前記吸光度 I の二次元分布 [I] からターゲット濃度 P の二次元分布 [P] を算出するターゲット濃度演算装置 (16) とを備えた、ことを特徴とするテラヘルツ波分光計測によるターゲット判別装置が提供される。

上記本発明の方法及び装置によれば、テラヘルツ波発生装置 (12) により複数の異なる波長のテラヘルツ波 (4) を発生させ、二次元走査装置 (18) により波長のテラヘルツ波を被対象物 (10) にそれぞれ二次元的に走査し、分光計測装置 (14) により被対象物の吸光度 I の二次元分布 [I] を計測し、ターゲット濃度演算装置 (16) により予め計測したターゲットの吸光度 S のスペクトル

ル [S] と前記吸光度 I の二次元分布 [I] から画像分光によりターゲット濃度 P の二次元分布 [P] を算出することができる。

従って、テラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットが含まれた郵便物等を被対象物とすることにより、内在物の成分を開封することなく判別することができ、従来の X 線写真では判断できなかった内在物の異常性を検出することができる。

また、ターゲット濃度 P の二次元分布 [P] を二次元的に画像表示する画像表示装置 (20) を備え、ターゲットの濃度 [P] を二次元的に画像表示することにより、被対象物 (10) 内に存在する波長依存性のあるターゲットの形状をその分布と共に二次元的に画像表示することができる。

ターゲットの個数 M に対して、M 以上の N 種の異なる波長のテラヘルツ波を使用し、 $N=M$  の場合、式  $[P] = [S]^{-1} [I]$  により、ターゲット濃度 P の二次元分布 [P] を算出し、 $N > M$  の場合、式  $[I] = [S] [P]$  から、最小 2 乗法によりターゲット濃度 P の二次元分布 [P] を算出する。

この方法により、ターゲット数が複数ある場合でも、汎用性の高い PC 等を用いて、吸光度 I の二次元分布 [I] である画像から、画像処理により、短時間に被対象物 (10) 内に存在する波長依存性のあるターゲットの形状をその分布と共に二次元的に画像表示することができる。

本発明のその他の目的及び有利な特徴は、添付図面を参照した以下の説明から明らかになる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、テラヘルツ波の発生原理図である。

図 2 は、共振器を有するテラヘルツ波発生装置の構成図である。

図 3 は、本発明のターゲット判別装置の全体構成図である。

図 4 は、テラヘルツ波の周波数とターゲットの吸光度 S の関係図である。

図 5 は、本発明の実施例を示す被対象物の模式図である。

図 6 A ～ 図 6 I は、テラヘルツ波の周波数を変えて撮像した被対象物の透過像である。

図7A～図7Dは、図6B～図6Gの6枚の画像から求めた各物質の濃度分布図で

### 好ましい実施例の説明

5

以下に本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において、共通する部分には同一の符号を付し重複した説明を省略する。

図1は、テラヘルツ波の発生原理図である。この図において、1は非線形光学結晶（例えばLiNbO<sub>3</sub>）、2はポンプ波（例えばYAGレーザー光）、3は  
10 アイドラー波、4はテラヘルツ波である。

ラマン活性かつ遠赤外活性を有する非線形光学結晶1にポンプ波2を一定方向に入射すると、誘導ラマン効果（又はパラメトリック相互作用）により物質の素励起波（ポラリトン）を介してアイドラー波3とテラヘルツ波4が発生する。この場合、ポンプ波2（ $\omega_p$ ）、テラヘルツ波4（ $\omega_T$ ）、アイドラー波3（ $\omega_I$ ）  
15 の間には、式（1）で示すエネルギー保存則と式（2）で示す運動量保存則（位相整合条件）が成り立つ。なお、式（2）はベクトルであり、ノンコリニアな位相整合条件は、図の右上に示すように表現できる。

$$\omega_p = \omega_T + \omega_I \dots (1)$$

$$\kappa_p = \kappa_T + \kappa_I \dots (2)$$

20 このとき発生するアイドラー波3とテラヘルツ波4は空間的な広がりを持ち、その出射角度に応じてそれらの波長は連続的に変化する。このシングルパス配置におけるブロードなアイドラー波及びテラヘルツ波の発生をTPG（THz-wave Parametric Generation）と呼ぶ。

25 なお、基本的な光パラメトリック過程は、1個のポンプ光子の消滅と、1個のアイドラ光子および1個のシグナル光子の同時生成によって定義される。アイドラ光あるいはシグナル光が共振する場合、ポンプ光強度が一定のしきい値を超えるとパラメトリック発振が生じる。また、1個のポンプ光子の消滅と、1個のアイドラ光子および1個のポラリトンの同時生成が誘導ラマン散乱であり、広義のパラメトリック相互作用に含まれる。

しかし、図 1 に示したシングルパス配置のテラヘルツ波発生装置で発生したテラヘルツ波は非常に微弱であり、しかもその大部分は、非線形光学結晶中を数百  $\mu\text{m}$  進む間に吸収されてしまうという問題がある。

図 2 はこの問題を解決したテラヘルツ波発生装置の構成図である。この図に示すように、ブロードなアイドラー波 3 に対して特定方向（角度  $\theta$ ）に共振器を構成することで、特定方向のアイドラー波 3 の強度を高めることができる。この場合、共振器は高反射コーティングを施したミラー M 1 と M 2 からなり、回転ステージ 5 上にセットされ、共振器の角度を微調整することができる。また、2 枚のミラー M 1、M 2 はその半分のみを高反射コーティングを施し、残りは素通しでポンプ波 2 が通過するようになっている。なお、この図で 6 はテラヘルツ波 4 を外部に取り出すためのプリズム結合器である。

図 2 に示したテラヘルツ波発生装置において、ポンプ波の結晶への入射角  $\theta$  をある範囲（例えば  $1 \sim 2^\circ$ ）で変えると、結晶中でのポンプ波とアイドラー波のなす角が変化し、テラヘルツ波とアイドラー波のなす角度も変化する。この位相整合条件の変化により、テラヘルツ波は例えば約  $140 \sim 310 \mu\text{m}$  の間で連続波長可変性を備える。

図 3 は、本発明のターゲット判別装置の全体構成図である。この図において、本発明のターゲット判別装置は、テラヘルツ波発生装置 12、分光計測装置 14、ターゲット濃度演算装置 16、二次元走査装置 18 及び画像表示装置 20 を備える。

テラヘルツ波発生装置 12 は、パラメトリック効果によってテラヘルツ波発生が可能な非線形光学結晶 1 と、非線形光学結晶 1 にポンプ光 2 を入射してアイドラー光 3 とテラヘルツ波 4 を発生させるポンプ光入射装置 11 と、発生するテラヘルツ波 4 の波長を変化させるスイッチング装置 13 とを有する。

テラヘルツ波発生装置 12 は、この例では図 2 に示したテラヘルツ波発生装置である。またこの例でスイッチング装置 13 は、非線形光学結晶 1 及びミラー M 1、M 2 を載せたステージを回転させ、ポンプ波の結晶への入射角  $\theta$  を変化させる回転ステージである。

この構成のテラヘルツ波発生装置 12 により、スイッチング装置 13（回転ス

ページ) により、約 1 ~ 3 THz のテラヘルツ波領域において、複数の異なる波長のテラヘルツ波 4 を発生させることができる。

図 3 において、分光計測装置 1 4 は、分割器 1 4 a、集光レンズ 1 4 b 及び分光計測器 1 5 を備える。

- 5 分割器 1 4 a は、この例ではワイヤグリッドであり、テラヘルツ波 4 を一定の比率で計測光 4 a と参照光 4 b に分割する。計測光 4 a は、反射ミラー 1 7 a、1 7 b を介して集光レンズ 1 4 b に導かれ、参照光 4 b は、反射ミラー 1 7 c を介して分光計測器 1 5 に導かれる。集光レンズ 1 4 b は、計測光 4 a を被対象物 1 0 に集光して照射し、被対象物 1 0 を透過した計測光 4 a は、分散レンズ 1 4 c により拡径され分光計測器 1 5 に導かれる。集光レンズ 1 4 b と分散レンズ 1 4 c は、例えば焦点距離 3 0 mm 前後の T P X レンズである。分光計測器 1 5 は、例えば検出素子を 2 つ内蔵する S i ボロメータである。分光計測器 1 5 の出力は、ターゲット濃度演算装置 1 6 に入力される。

- 15 ターゲット濃度演算装置 1 6 は、例えば記憶装置を備えた P C であり、予め計測したターゲットの吸光度 S のスペクトル [ S ] と前記吸光度 I の二次元分布 [ I ] からターゲット濃度 P の二次元分布 [ P ] を算出する。

なお、式 1 ~ 3 から明らかなように、テラヘルツ波 4 に出力変動 (  $\Delta I$  ) がある場合でも、出力変動 (  $\Delta I$  ) は参照光 4 b の利用により自動的に補償されるので、出力変動を補正して被対象物 1 0 の透過率を常に正確に求めることができる。

- 20 被対象物 1 0 が郵便物である場合、郵便物の一般的な内在物である、紙、プラスチック、繊維等はテラヘルツ波の吸収に波長依存性がなく、異なる波長に対してほぼ同一の吸収率を示すことが知られている。

- 25 一方、アスピリン、ビタミン等の薬物や、炭疽菌のような生体粉末は、テラヘルツ波の吸収に波長依存性を有し、異なる波長に対して異なる吸収率を示す。この理由は明らかではないが、分子構造に由来する振動周波数がテラヘルツ帯付近に存在するためと考えられている。

従って、上述したターゲット濃度演算装置 1 6 により、計測した透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出し、波長依存性のあるターゲットの場合に、これを安全な装置内で開放し検査することがで

きる。

二次元走査装置 18 は、被対象物 10 を例えば  $x-y$  平面内で移動させ、被対象物 10 の表面に複数の異なる波長のテラヘルツ波 4 をそれぞれ二次元的に走査する。

- 5 画像表示装置 20 は、ターゲット濃度演算装置 16 で検出された 2 波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する。

上述したターゲット判別装置を用い、本発明の方法は、分光スペクトル計測ステップ (A)、被対象物分光計測ステップ (B) 及び濃度算出ステップ (C) からなる。

- 10 分光スペクトル計測ステップ (A) では、約  $1 \sim 3 \text{ THz}$  のテラヘルツ波領域において、複数の異なる波長に対するターゲットの吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  を予め計測して記憶する。

- 被対象物分光計測ステップ (B) では、被対象物に前記各波長のテラヘルツ波を照射して、被対象物の吸光度  $I$  を計測する。なお、このステップにおいて、被  
15 対象物にテラヘルツ波を二次元的に走査して透過光の吸光度  $I$  の二次元分布  $[I]$  を計測するのがよい。

- 濃度算出ステップ (C) では、前記吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  と吸光度  $I$  から、ターゲット濃度  $P$  を算出する。なお、被対象物分光計測ステップ (B) で透過光の吸光度  $I$  の二次元分布  $[I]$  を計測した場合には、このステップにおいて、  
20 ターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  を算出する。また、算出されたターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  は、画像表示装置 20 を用いて二次元的に画像表示する。

- 図 4 は、テラヘルツ波の周波数とターゲットの吸光度  $S$  の関係図である。この図において、横軸はテラヘルツ波の周波数 ( $\text{THz}$ )、縦軸は吸光度 (透過した  
25 テラヘルツ波の強度  $I$  を入射強度  $I_0$  で割った値の対数値  $\log(I/I_0)$ ) である。

この図に D で示すように、試料が郵便物の一般的な内在物 (紙、プラスチック、繊維等) の場合には、透過率はほぼ一定の値を示す。

これに対して、この図において、5-アスピリン (A)、パラチノース (B)、

リボフラビン（C）は、周波数（波長 $\lambda$ の逆数）に対する透過率の変化 $S(\lambda)$ がそれぞれ異なっており、テラヘルツ波の吸収に波長依存性を示している。本発明ではこのような波長依存性を示す物質をターゲットとする。

5      まず、本発明の原理を説明する。

最も簡単な例として、波長依存性を示す2つの物質A、Bの濃度がそれぞれ $P_A$ 、 $P_B$ であり、物質Aの波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ に対する透過率がそれぞれ $S_A(\lambda_1)$ 、 $S_A(\lambda_2)$ 、物質Bの波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ に対する透過率がそれぞれ $S_B(\lambda_1)$ 、 $S_B(\lambda_2)$ であるとする。この場合、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の透過光の吸光度 $I_1$ 、 $I_2$ は  
10      式（3）（4）で示される。

$$I_1 = S_A(\lambda_1) P_A + S_B(\lambda_1) P_B \cdots (3)$$

$$I_2 = S_A(\lambda_2) P_A + S_B(\lambda_2) P_B \cdots (4)$$

式（3）（4）において、透過光の吸光度 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $S_A(\lambda_1)$ 、 $S_A(\lambda_2)$ 、 $S_B(\lambda_1)$ 、 $S_B(\lambda_2)$ が既知であれば、上記連立方程式を解くことにより、  
15      2つの物質A、Bの濃度 $P_A$ 、 $P_B$ を求めることができる。

同様に、M個の物質の濃度Pの二次元分布が行列[P]であり、各物質のN個の異なる波長（又は周波数）に対する吸光度Sのスペクトルが行列[S]であり、各波長（又は周波数）に対する透過光の吸光度Iの二次元分布が行列[I]であるとする、式（5）が成り立つ。

20      [I] = [S] [P]  $\cdots$  (5)

この場合、N個の周波数のテラヘルツ波で観測された画像は、式（6）のような線形行列式で表すことができる。

【数1】

$$\begin{bmatrix} I(1,1) & \cdots & I(1,L) \\ \vdots & & \vdots \\ I(N,1) & \cdots & I(N,L) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S(1,1) & \cdots & S(1,M) \\ \vdots & & \vdots \\ S(N,1) & \cdots & S(N,M) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P(1,1) & \cdots & P(1,L) \\ \vdots & & \vdots \\ P(M,1) & \cdots & P(M,L) \end{bmatrix} \quad (6)$$

25      ここで[I]は観測画像を1次元的に並べ直した行ベクトル $I(f_1)$ 、 $I(f_2)$ 、 $\dots$ 、 $I(f_N)$ を縦に並べた行列、[S]は各物質のスペクトルを横に並べた行列、[P]は各物質パターンをベクトル表記 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $\dots$ 、 $P_M$ を縦に並べた

行列である。ここで $L$ は画像のサイズである。

式(6)において、行列 $[S]$ と $[I]$ が既知であれば、式(6)から $[P]$ を求めることができる。

すなわち、 $N=M$ の場合、式 $[P] = [S]^{-1} [I]$ により、ターゲット濃度  
5  $P$ の二次元分布 $[P]$ を算出することができる。また、 $N>M$ の場合、式 $[I] = [S] [P]$ から、最小2乗法によりターゲット濃度 $P$ の二次元分布 $[P]$ を算出すると式(7)となる。

【数2】

$$[P] = ([S]^T [S])^{-1} [S]^T [I] \quad \dots (7)$$

10

#### 【実施例】

以下、本発明の実施例を説明する。

ターゲット物質として、図4に示したパラチノースと5-アスピリンを選択し、  
5 枚の試験片（ペレット）を作成した。5枚のペレットは、ポリエチレン粉末に  
15 混ぜてパラチノース濃度が50%、40%、20%の3種類と、5-アスピリン濃度が50%、20%の2種類を用意した。各ペレットの厚さと重さは、同一であり、それぞれ1mm、0.2gである。5枚の試験片は、図5に示す配置で薄いプラスチック板に両面テープで張り付け、本発明の被対象物10とした。

濃度50%のペレットを用いて、約1~3THzのテラヘルツ波領域において、  
20 波長（周波数）と吸光度 $S$ の関係スペクトル $[S]$ を計測しコンピュータのメモリに記憶させた。このテラヘルツ分光特性は、図4と同様である。

次に、図3に示した装置を用い、1.2~2.0THzのテラヘルツ波を被対象物10にそれぞれ二次元的に走査し、被対象物の吸光度 $I$ の二次元分布 $[I]$ を計測してコンピュータのメモリに記憶させるとともに、画像表示装置20で画  
25 像表示させた。

図6A~図6Iは、テラヘルツ波の周波数を変え、被対象物の透過像を撮像したものである。なおこれらの画像のスケールは、透過したテラヘルツ波の強度を入射強度で割った値の対数をとったものである。



1. 2、1. 3、1. 4、1. 5、1. 6、1. 7、1. 8、1. 9、2. 0 THzのテラヘルツ波で5枚の試験片（ペレット）の濃淡に違いがあるのがわかる。

図7A～図7Dは、本発明の方法により、図6B～図6Gの6枚の画像から各物質の濃度分布を求めた図である。ここで行列[S]は、図4の分光データを使用した。また行列[S]は、50%の濃度の薬品サンプルを用いて測定したので、得られた成分パターンに50%を掛けて濃度を推定した。

図7Aは5-アスピリンの濃度分布、図7Bはパラチノースの濃度分布、図7Cは被対象物に含まれていないリボフラビンの濃度分布、図7Dは波長依存性を示さない紙、プラスチック、等の濃度分布である。この図から、被対象物10を構成する各ペレットの成分に対応した濃度分布が得られていることがわかる。すなわち成分の違いが分離され、その濃度の違いも抽出されている。

上述した本発明の方法及び装置によれば、テラヘルツ波発生装置12により複数の異なる波長のテラヘルツ波4を発生させ、二次元走査装置18により波長のテラヘルツ波を被対象物10にそれぞれ二次元的に走査し、分光計測装置14により被対象物の吸光度Iの二次元分布[I]を計測し、ターゲット濃度演算装置16により予め計測したターゲットの吸光度Sのスペクトル[S]と前記吸光度Iの二次元分布[I]から画像分光によりターゲット濃度Pの二次元分布[P]を算出することができる。

従って、テラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットが含まれた郵便物等を被対象物とすることにより、内在物の成分を開封することなく判別することができ、従来のX線写真では判断できなかった内在物の異常性を検出することができる。

また、ターゲット濃度Pの二次元分布[P]を二次元的に画像表示する画像表示装置20を備え、ターゲットの濃度[P]を二次元的に画像表示することにより、被対象物10内に存在する波長依存性のあるターゲットの形状をその分布と共に二次元的に画像表示することができる。

上述したように、本発明は、異なる周波数のテラヘルツ波で計測された画像セットから、既知のテラヘルツ分光データを用い、化学薬品などの成分の違いを空

間パターンとして抽出するものであり、小包、封筒、不透明なプラスチック容器などに内部にある物質の成分パターンを分離し、その濃度を調べることができる。

- 従って、本発明のテラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法及び装置は、従来のX線写真では判断できなかった内在物の成分を、形状と共に、開封することなく、判別することができる、等の優れた効果を有する。
- 5

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

## 請求の範囲

1. 約 1 ～ 3 THz のテラヘルツ波領域において、複数の異なる波長に対するターゲットの吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  を予め計測する分光スペクトル計測  
5 ステップと、

被対象物に前記各波長のテラヘルツ波を照射して、被対象物の吸光度  $I$  を計測する被対象物分光計測ステップとを有し、

前記吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  と被対象物の吸光度  $I$  のスペクトル  $[I]$  から、対象物の成分の有無を判別する、ことを特徴とするテラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法。  
10

2. 前記吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  と被対象物の吸光度  $I$  のスペクトル  $[I]$  から、ターゲット濃度  $[P]$  を算出する濃度算出ステップを有する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のターゲット判別方法。

3. 前記被対象物分光計測ステップにおいて、被対象物にテラヘルツ波を二次元的に走査して透過光の吸光度  $I$  の二次元分布  $[I]$  を計測し、  
15

前記濃度算出ステップにおいて、ターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  を算出する、ことを特徴とする請求項 2 に記載のターゲット判別方法。

4. 前記ターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  を二次元的に画像表示する、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のターゲット判別方法。

5. ターゲットの個数  $M$  に対して、 $M$  以上の  $N$  種の異なる波長のテラヘルツ波を使用し、  
20

$N=M$  の場合、式  $[P] = [S]^{-1} [I]$  により、ターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  を算出し、

$N>M$  の場合、式  $[I] = [S] [P]$  から、最小 2 乗法によりターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  を算出する、ことを特徴とする請求項 2 乃至 4 に記載のターゲット判別方法。  
25

6. 約 1 ～ 3 THz のテラヘルツ波領域において、複数の異なる波長のテラヘルツ波 (4) を発生させるテラヘルツ波発生装置 (12) と、該各波長のテラヘルツ波を被対象物 (10) にそれぞれ二次元的に走査する二次元走査装置 (1

8) と、被対象物の吸光度  $I$  の二次元分布  $[I]$  を計測する分光計測装置 (14) と、予め計測したターゲットの吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  と前記吸光度  $I$  の二次元分布  $[I]$  からターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  を算出するターゲット濃度演算装置 (16) とを備えた、ことを特徴とするテラヘルツ波分光計測によ

5 るターゲット判別装置。

7. ターゲット濃度  $P$  の二次元分布  $[P]$  を二次元的に画像表示する画像表示装置 (20) を備える、ことを特徴とする請求項6に記載のターゲット判別装置。

## 要約書

約 1 ～ 3 THz のテラヘルツ波領域において、複数の異なる波長に対するターゲットの吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  を予め計測する分光スペクトル計測ステップと、被対象物に前記各波長のテラヘルツ波を照射して、被対象物の吸光度  $I$  を計測する被対象物分光計測ステップとを有し、吸光度  $S$  のスペクトル  $[S]$  と被対象物の吸光度  $I$  のスペクトル  $[I]$  から、対象物の成分の有無を判別する。

図1

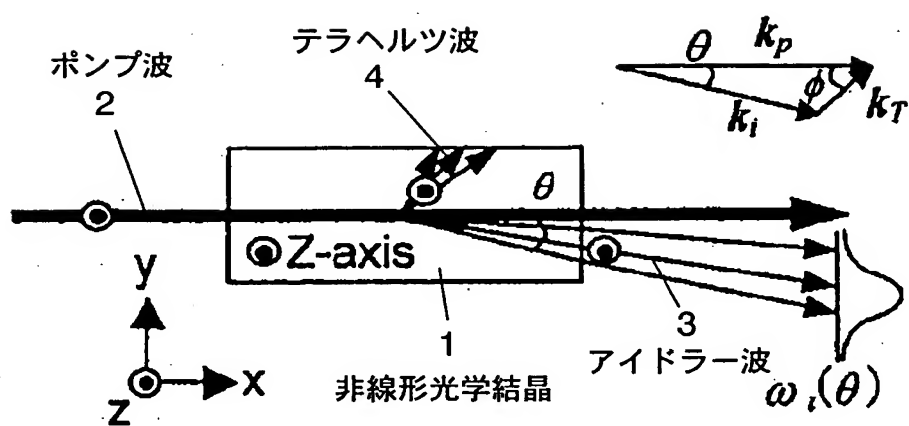


図2

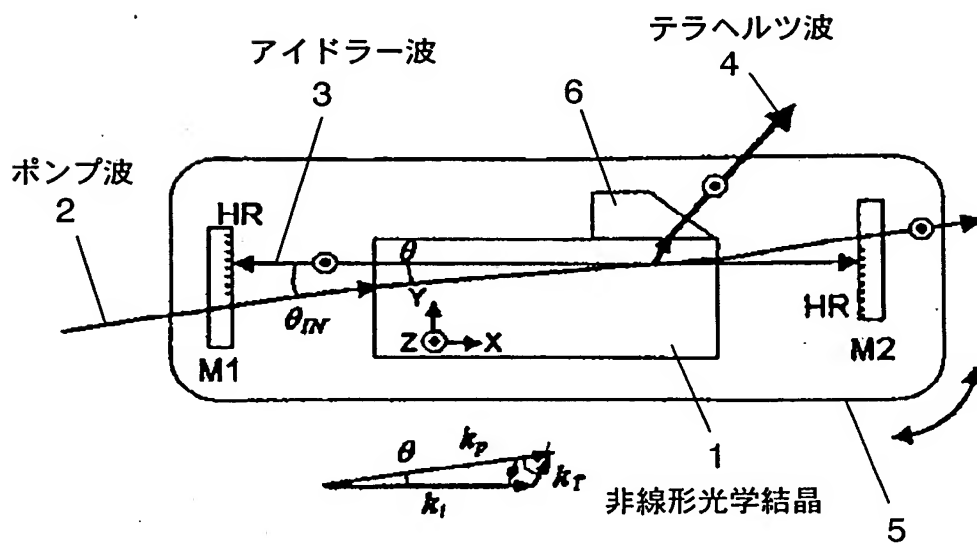


图3

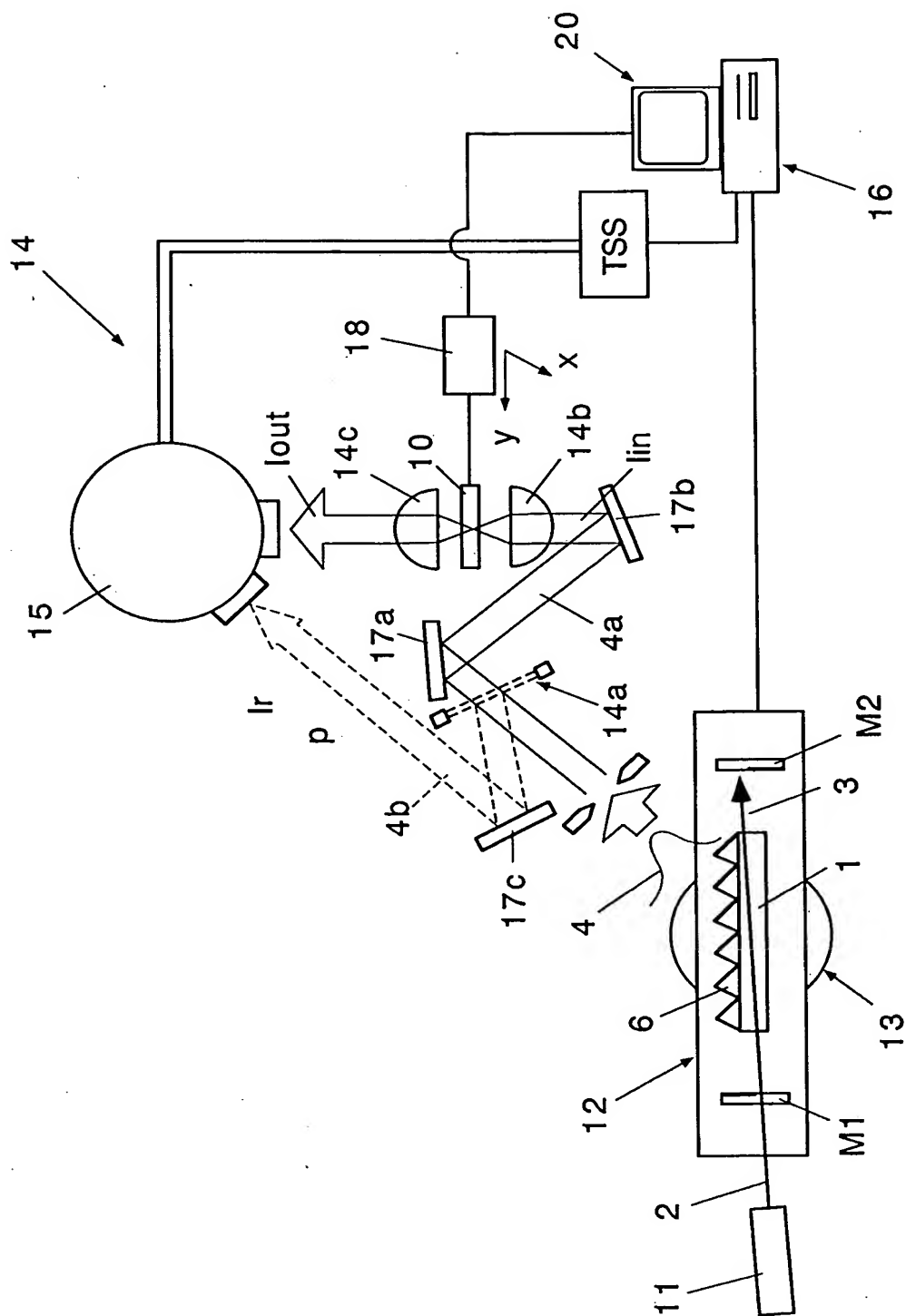


図4

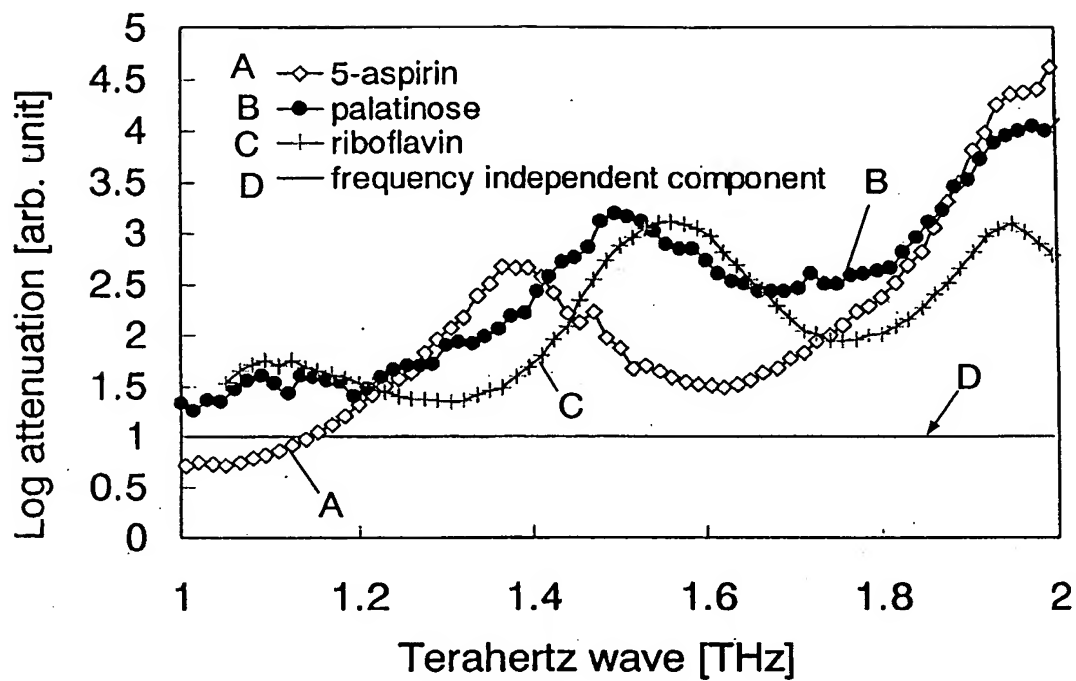


図5

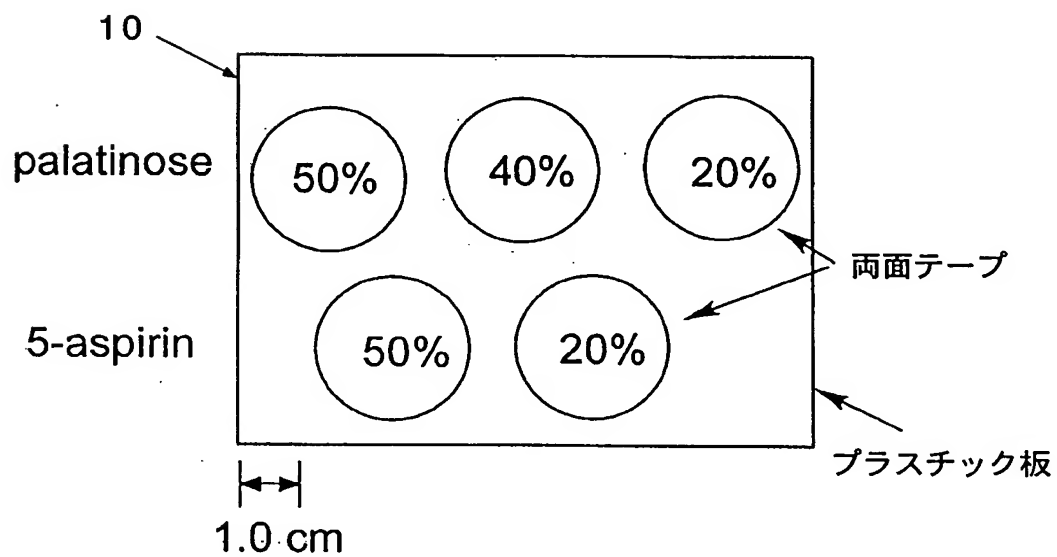


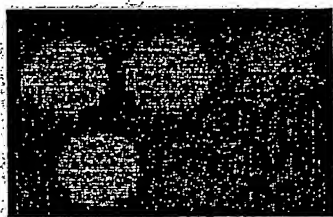


図6A



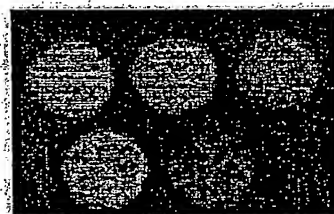
1.2 THz

図6B



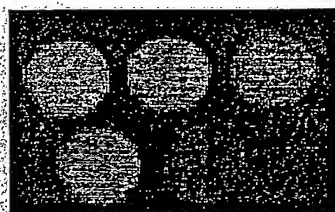
1.3 THz

図6C



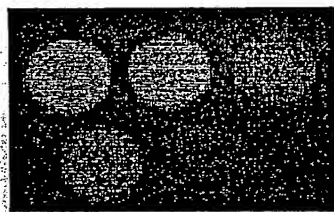
1.4 THz

図6D



1.5 THz

図6E



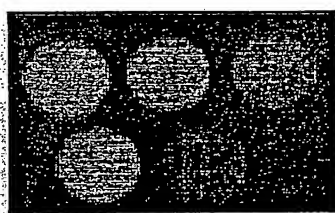
1.6 THz

図6F



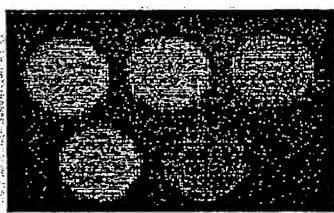
1.7 THz

図6G



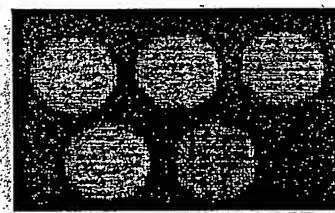
1.8 THz

図6H



1.9 THz

図6I



2.0 THz

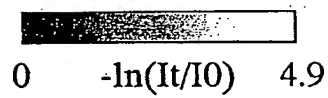


図7A

5-アスピリン

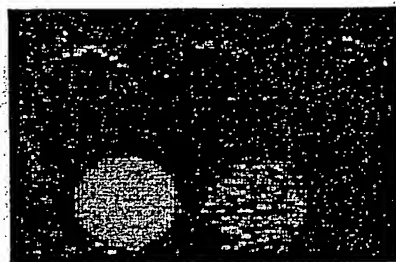


図7B

パラチノース

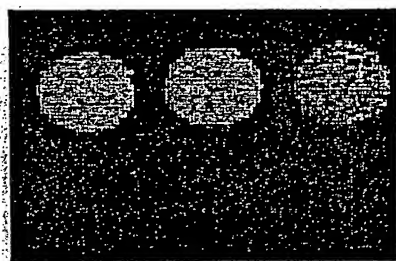


図7C

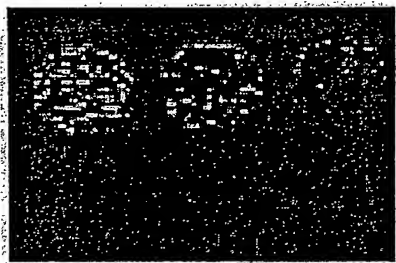
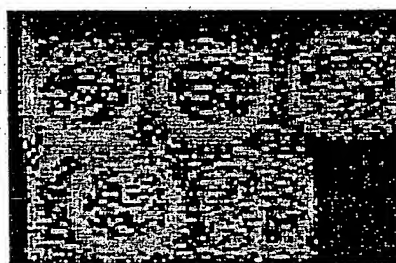


図7D



## 委 任 状

2004年 3 月 3 日

私儀 弁理士 堀田 実 を代理人と定めて、下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づく国際出願  
「テラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法及び装置」

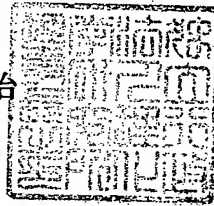
に関する一切の件

2. 上記出願及び指定国の指定を取り下げる件
3. 上記出願についての国際予備審査の請求に関する一切の件  
並びに請求及び選択国の選択を取り下げる件

あて名 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号

名称 独立行政法人理化学研究所

代表者 野依 良治



## 委 任 状

2004年 3 月 / 日

私儀 弁理士 堀田 実 を代理人と定めて、下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づく国際出願  
「テラヘルツ波分光計測によるターゲット判別方法及び装置」

に関する一切の件

2. 上記出願及び指定国の指定を取り下げる件

3. 上記出願についての国際予備審査の請求に関する一切の件

並びに請求及び選択国の選択を取り下げる件

埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内

渡部 裕輝



埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内

川瀬 晃道



埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内

碓 智文





# ご利用明細

ご来店いただき  
ありがとうございます。

 東京三菱銀行

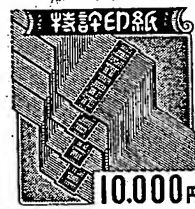
年月日 160318	取扱店番 00043166	お取引内容 お振込み
受付通番 02460005	銀行番号 0001	口座番号 1178513800200
*****		お取引金額 ¥107,700*
*****		
お取引 できない場合	残高	
14.05	210	おつり
東京三菱銀行 虎ノ門支店 普通 2074896 WIPO-PCT GENEVA 様 アサ コウザイトツキヨシ ムシヨ ホツヲ ミノル 様 0354766355		

お振込先・お受取人  
ご依頼人

基本手数料 116,000円

料金の減額 -8,300円

合計 107,700円



送付手数料・調査手数料

110,000円

優先権証明願 (PCT)



特許庁長官殿

1. 出願番号 特願 2003-0082466

2. 請求人

識別番号 100097515

住所 東京都港区芝5丁目26番20号 建築会館4階  
アサ国際特許事務所

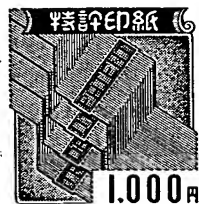
氏名 堀田 実

電話番号 03-5476-6355



3. 出願国名 PCT

(1,400円)



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**